اویل ایندااستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

شناخت و ساخت پالایشگاه ملی

برق پالایشگاه گاز

بخش اول

Unit 120

تحقیق و نگارش: مهندس آزاد گودرزی
مهندس جواد شریف پور

انرژی مورد نیاز تعداد زیادی از تجهیزات پالایشگاه از طریق جریان الکتریکی تامین می گردد. انواع هیتر، کولر، الکتروموتور، تجهیزات روشنایی، تجهیزات کنترلی، سیستم حفاظت کاتدی انواع تجهیزات برقی می‌باشند که در یک مگاپروژه نظیر فازهای ۱۵ و ۱۶ پارس جنوبی در مجموع بیش از ۱۲۰MVA توان الکتریکی مصرف می کنند. این حامل انرژی نسبت به سوخت‌های فسیلی بسیار پاک‌تر بوده و کمتر آلاینده می‌باشد. در صورت استفاده از فناوری‌های نوین در هنگام انتقال مقدار بسیار کمی از آن تلف می‌شود و همچنین در هنگام مصرف از بازده بالاتری نسبت به سوخت‌های فسیلی برخوردار است. از طرف دیگر از جریالن الکتریکی برای کنترل و مونیتورینگ، روشنایی یا حفاظت کاتدی استفاده می‌شود که در این موارد اساساً برق فاقد رقیب جدی می‌باشد.

توان الکتریکی می تواند در داخل تاسیسات تولید شده یا از شبکه تامین گردد. همچنین برای موارد اضطراری توان متناسبی برای جلوگیری از توقف فعالیت پالایشگاه یا توقف ایمن پالایشگاه باید تولید و تامین گردد. علاوه بر تامین توان الکتریکی این توان باید به سطح ولتاژ مناسب تبدیل شده، کنترل، توزیع و نظارت شود. برای شناخت برق در پالایشگاه باید تجهیزات الکتریکی، شبکه، سویچینگ، کنترل و مونیتورینگ در این حوزه را معرفی نمود.

۱ تولید انرژی الکتریکی

انرژی الکتریکی در واقع یک حامل انرژی می‌باشد که از یک منبع فسیلی، تجدیدپذیر یا هسته‌ای انرژی را دریافت و به مصرف کننده‌ها تحویل می‌دهد. منبع فسیلی می‌تواند ذغال‌سنگ، فرآورده‌های نفت‌خام یا گازطبیعی باشد. منبع تجدیدپذیر می‌تواند آب جاری رودخانه‌ها، جذرومد، جریان‌های اقیانوسی، باد، انرژی خورشیدی یا زیست‌توده باشد. همچنین انرژی هسته‌ای نیز از دیگر منابع تولید برق محسوب می‌گردد. ذخیره انرژی الکتریکی در اندازه بزرگ در حال حاضر امکان‌پذیر نمی‌باشد. سدهای تلمبه ذخیره‌ای، ذخیره و بازیابی هوای فشرده CAES[Compressed Air Energy Storage]، ذخیره در باتری‌های شیمیایی، ذخیره به صورت نمک مذاب، ذخیره به صورت هیدروژن روش‌هایی هستند کمابیش برای ذخیره انرژی الکتریکی کاربرد دارند. علیرغم توسعه روش‌های نوین و متعدد، با این حال باتری‌ها فراوان‌تر بوده و اقتصادی‌تر می‌باشند به همین دلیل ذخیره‌سازی انرژی در باتری‌ها روش معمول ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی برای استفاده در سیستم برق پالایشگاه و سیستم‌های مشابه می‌باشد.

انرژی الکتریکی مورد نیاز پالایشگاه می‌تواند از شبکه سراسری، یک نیروگاه متمرکز یا یک نیروگاه داخل تاسیسات تامین گردد. در مورد نیروگاه متمرکز یا داخلی عمدتاً از فرآورده‌های همان تاسیسات استفاده می‌شود. توربین‌های گازی عمده‌ترین روش تبدیل سوخت به انرژی الکتریکی می‌باشد، اگر چه در سال‌های اخیر ازموتورهای گازسوز نیز استفاده می‌شد که در مجموع از بازده بالاتری برخوردار می‌باشند. علاوه بر منبع اصلی تولید انرژی الکتریکی در این نوع تاسیسات از تولید انرژی الکتریکی اضطراری نیز برای هنگامی که جریان برق شبکه یا نیروگاه قطع شود نیز استفاده می‌گردد. برای بالابردن بازده غالباً از سیکل ترکیبی استفاده می‌شود. در سال‌های اخیر به صورت آزمایشی از یکپارچه‌سازی توربین‌ها با پیل‌سوختی برای افزایش بازده نیز استفاده شده می‌شود.

۲ توزیع انرژی الکتریکی

در تاسیسات صنعتی نظیر پالایشگاه گاز انرژی الکتریکی از طریق خطوط هوایی یا کابل برق دریافت می‌شود. این جریان پس از کاهش یافتن سطح ولتاژ توسط ترانسفورماتورها به سطح مورد نیاز از طریق کابل، کابل‌های GIL[Gas-Insulated Transmission Line] یا باس‌بار توزیع می‌گردد. در حال حاضر GIL یا حتی کابل‌های ابررسانا و باس‌بار در محدوده پست استفاده می‌شود، اگر چه مواردی از توزیع در سطح تاسیسات به وسیله روش‌های اشاره شده نیز دیده می‌شود.

به صورت کلی سیستم و تجهیزات برقی را می‌توان در گروه‌های چهارگانه به این صورت دسته‌بندی نمود.

۱» مولد و مبدل‌ها

از ژنراتورها برای تولید و از ترانسفورماتورها برای تبدیل سطح ولتاژ استفاده می‌شود. ترانسفورماتور به عنوان یک تجهیز اصلی و مهم در خروجی نیروگاه‌ها، پست‌ها و ورودی تاسیسات صنعتی مطرح می‌باشند.

۲» سویچینگ، کنترل، حفاظت و مونیتورینگ

برای قطع و وصل جریان الکتریکی، حفاظت و همچنین کنترل و نظارت بر توزیع و مصرف از پست(Post)، اتاق‌های برق(Substation) و همچنین تابلوهای محلی استفاده می‌شود. در اینجا علاوه بر امکان قطع و وصل کل جریان یا بخشی از جریان حسب نیاز، امکان قطع جریان در اثر اضافه بار یا موارد اضطراری دیگر وجود دارد. جدای از موارد اشاره شده در اتاق‌های برق و سایر بخش‌های اشاره شده، امکان مشاهده میزان مصرف نیز وجود دارد.

۳» ایمنی

علاوه بر تجهیزات حفاظتی از برق گیرها و سیستم اتصال زمین برای جلوگیری از آسیب به تجهیزات در اثر عوامل جوی یا نامتعادل شدن بار ... استفاده از تجهیزات و سیستم ایمنی علاوه بر حفظ سلامت تجهیزات، افراد را هم در مقابل برق گرفتگی ایمن می‌کنند.

همچنین در پالایشگاه گاز یا تاسیسات فرایندی مشابه دیگر به واسطه انتشار گاز یا بخارات قابل اشتعال/ انفجار همواره یک محیط قابل انفجار در بیشتر بخش‌های پالایشگاه وجود دارد. به همین جهت در پالایشگاه از تجهیزات ضد انفجار و یک مجموعه دستورالعمل برای کاهش احتمال انفجار استفاده می‌شود.

۴» مصرف‌کننده‌ها

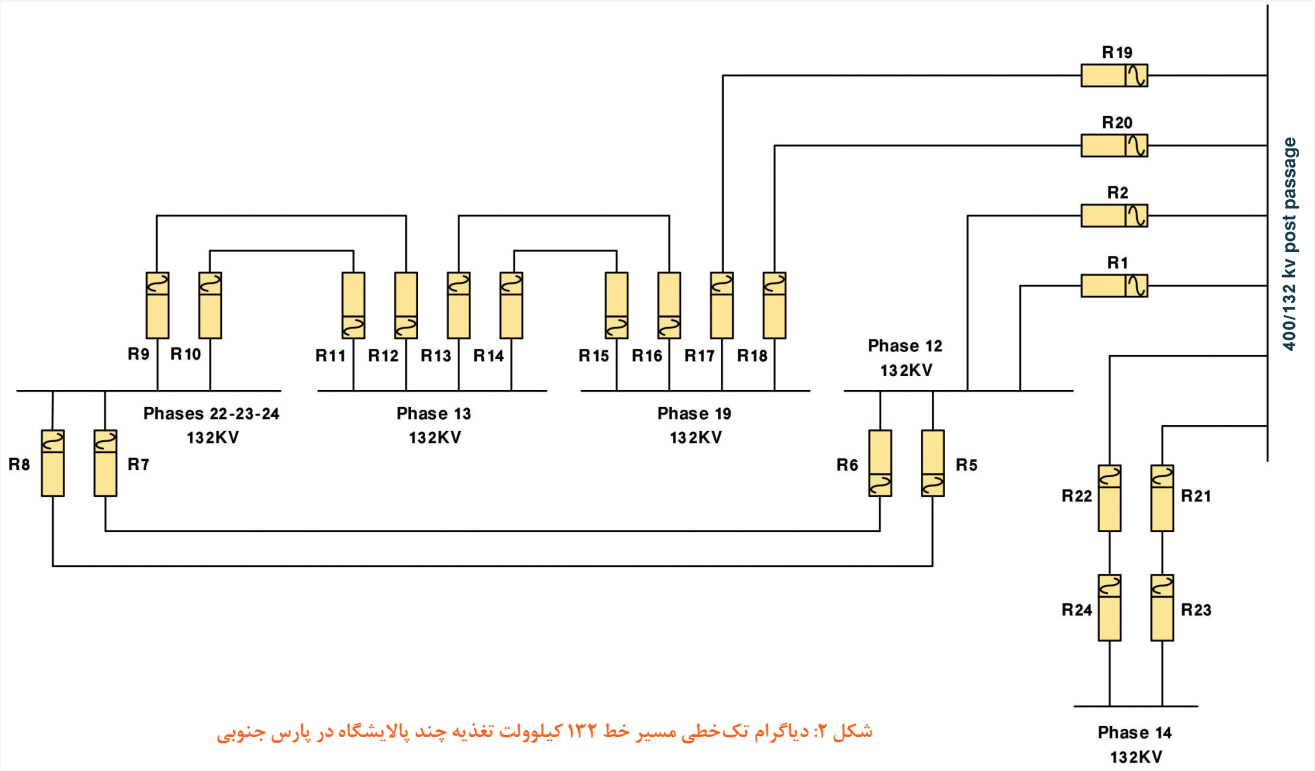
در پالایشگاه گاز الکتروموتور عمده‌ترین مصرف کننده جریان الکتریکی می‌باشد. علاوه بر آن هیترها، سیستم روشنایی، سیستم حفاظت کاتدی و جریان مورد نیاز سیستم کنترل و تجهیزات ابزاردقیق از دیگر مصرف کننده‌های پالایشگاه محسوب می‌گردند.

۳ واحد ۱۲۰

در پالایشگاه گاز بیشتر واحدها نظیر واحد شیرین‌سازی یا آب‌زدایی به صورت متمرکز در یک ناحیه قرار گرفته‌اند، اما بخش برق و بخش کنترل تقریباً در تمام سطح پالایشگاه پخش شده است. در اینجا برای ایجاد یک تقسیم‌بندی مناسب اغلب یک واحد به عنوان تامین و توزیع برق در نظر گرفته شده است.

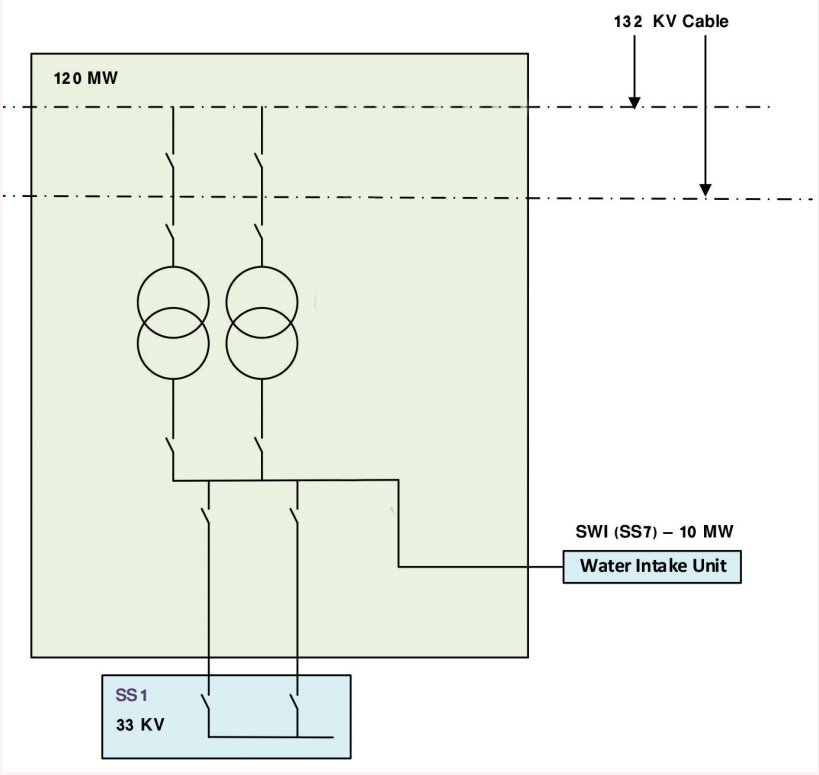
در پالایشگاه‌های پارس‌جنوبی این واحد با شماره ۱۲۰ شناخته می‌شود و برای هر فاز یک واحد در نظر گرفته شده است. این واحد شامل تمامی قسمت‌های برق پالایشگاه از تبدیل و توزیع برق تا روشنایی، ارتینگ، حفاظت کاتدی و انواع مصرف کننده‌های برقی را شامل می‌شود. مجموعه این ادوات تحت نظارت یک سیستم جامع PDCS می‌باشند. این سیستم به صورت متمرکز در پست ۱ قرار دارد که وظیفه، مانیتورینگ و کنترل برق پالایشگاه را به عهده دارد. برق ورودی به پالایشگاه توسط دو خط ۱۳۲ کیلوولت با توان ۱۲۰ مگاوات وارد شده و پس از گذر از سویچ یارد، جهت تامین برق مورد نیاز پالایشگاه بعدی به مدار بازمی‌گردد. برق ورودی جهت تغذیه پالایشگاه، به

شکل ۱: Substation از نوع GIS به ظرفیت ۲×۵۰۰MVA و ولتاژ ۴۰۰kV ساخت شرکت ABB



شکل ۲: دیاگرام تک‌خطی مسیر خط ۱۳۲ کیلوولت تغذیه چند پالایشگاه در پارس جنوبی

ولتاژ ۳۳ کیلوولت کاهش یافته و بین پست‌های مستقر در نزدیکی واحدهای فرایندی و یوتیلیتی تقسیم می‌شود. مجموعه عناصر و قسمت‌های سیستم برق پالایشگاه شامل سویچ گیرهای ولتاژبالا و پایین، پنل‌های MOV، پنل‌های روشنایی، سیستم حفاظت کاتدی، Heat Tracing، الکتروموتورها، Junction Box، سیستم روشنایی معابر و محیطی، سیستم روشنایی داخل ساختمانی، کابل‌های برق، کابل‌های ارتینگ، Variable Speed Drives، ترانسفورماتورهای قدرت، برکرها، سکسیونرها، تجهیزات سیستم PDCS و ادوات دیگر می‌باشند.



شکل ۳: دیاگرام تک‌خطی پست اصلی (Main Substation)

۱» پست ولتاژ بالا (اصلی)

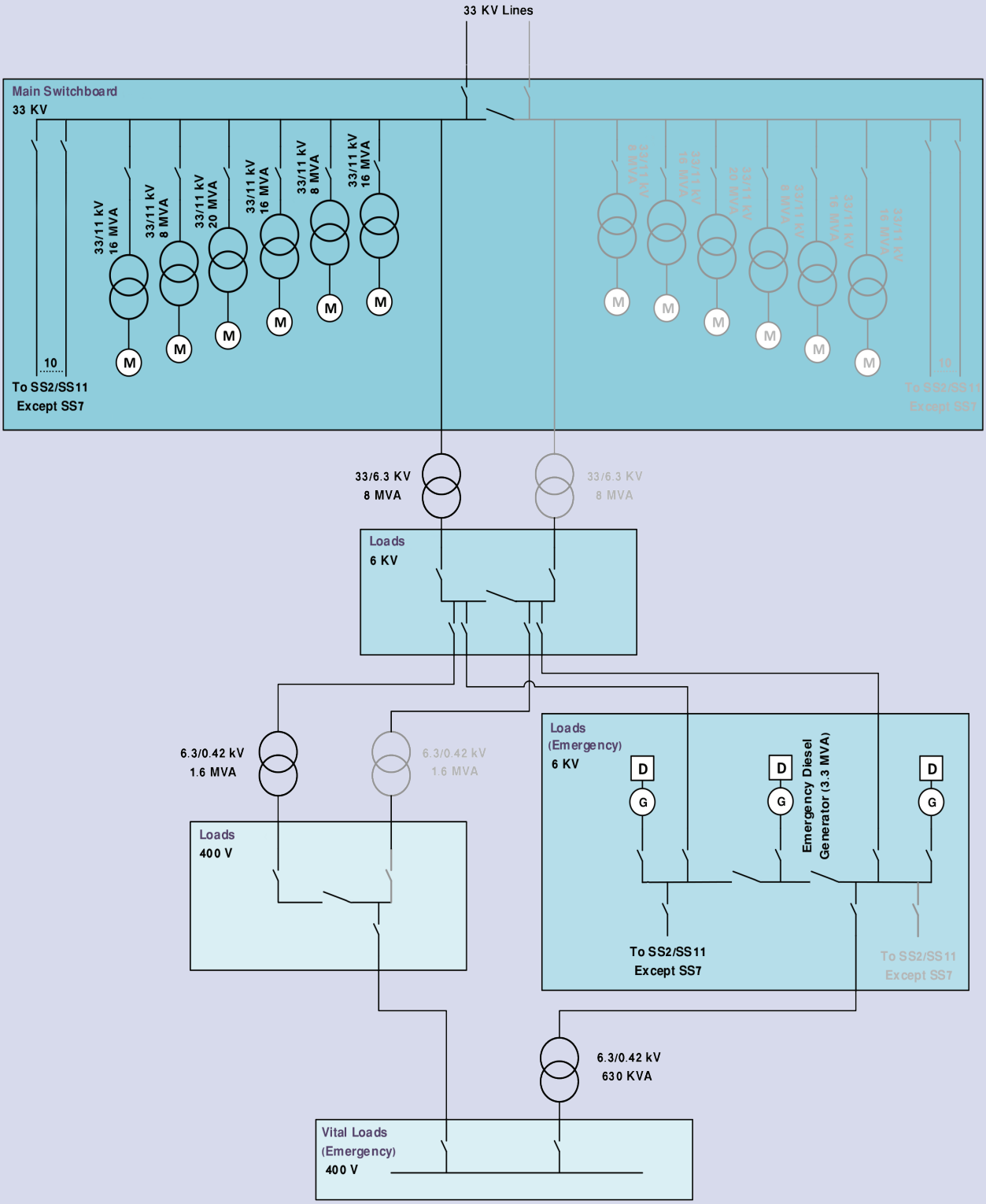
برق ورودی به پالایشگاه از طریق دو انشعاب شبکه انتقال با ولتاژ ۱۳۲ کیلوولت وارد تاسیسات ورودی برق تحت عنوان Main Switch Yard می‌شود. در این محل، برق ورودی ۱۳۲ کیلوولتی توسط ۲ ترانسفورماتور ۱۷۰ مگاولت آمپری با اتصال ستاره- مثلث به ولتاژ ۳۳ کیلوولت کاهش یافته و جهت استفاده در پست‌های واقع در مجاورت واحدهای فرایندی تحویل پست ۱ می‌شود. برای بیان دقیق‌تر، دو خط ۳۳ کیلو ولتی جهت استفاده در واحد آبگیر به پست شماره ۷ و دو خط برای تغذیه پست‌های دیگر به پست شماره ۱ ارسال می‌شود.

۲» پست ۱

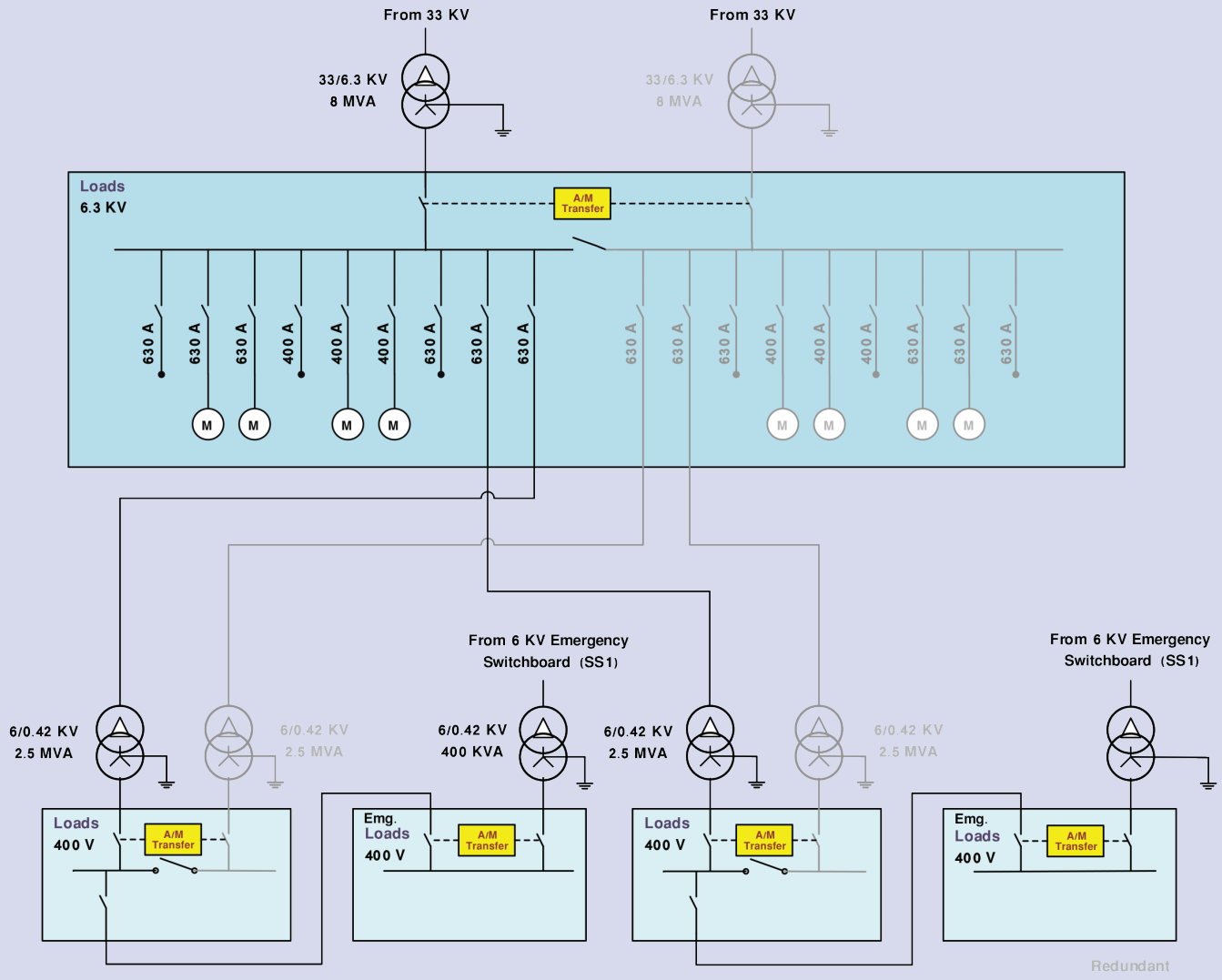
دو خط ۳۳ کیلوولت ورودی به پست ۱، به باسبار ۳۳ کیلوولت متصل شده تا بتوانند پست‌های ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ را تغذیه کنند. همچنین این باسبار ۱۲ ترانسفورماتور را تغذیه می‌کند تا این ترانسفورماتورها، ولتاژ ۳۳ کیلوولت را به ۱۱ کیلوولت کاهش داده و به الکتروموتورهای متصل به کمپرسورهای واحدهای ۱۰۳، ۱۱۱ و ۱۴۷ تحویل دهند. از طریق دو خط ۶ کیلو ولت و ۳ ژنراتور ۳/۳ مگاولت آمپر نیز با اتصال به باسبار ۳۳ کیلوولت، برق ۶ کیلوولت برای تغذیه بارهای پراهمیت و اضطراری تامین می‌کنند.

۳» تغذیه بارهای پر اهمیت توسط پست۱

از باسبار ۶ کیلوولتی دو اتصال توسط دو ترانسفورماتور(یکی از آن‌ها همواره به عنوان پشتیبان) ۱/۶ مگاولت آمپری به ولتاژ ۴۰۰ ولت رسیده و به باسبار ۴۰۰ ولتی



شکل ۴: دیاگرام تک‌خطی پست شماره ۱



شکل ۵: دیاگرام تک‌خطی پست شماره ۲

ارسال می‌شود تا بتواند بارهای پر اهمیت این پست را تغذیه کند. این باسبار یک فید به باسبار ۴۰۰ ولتی اضطراری نیز میدهد تا در شرایط عادی برق‌دهی به این باسبار انجام شود.

۴» باسبار اضطراری ۶ کیلوولتی

خط ۶ کیلوولتی جهت پشتیبانی از باسبار تغذیه ترانسفورماتورهای تبدیل 6.0/0.42kV اضطراری در پست‌های ۹گانه، به باسبار اضطراری متصل می‌شود. همچنین این باسبار توسط ۳ دیزل ژنراتور با توان هرکدام ۳/۳ مگاولت‌آمپر جهت موارد اضطراری تغذیه می‌شود، تا در شرایط عادی از طریق باسبار ۶ کیلوولتی تغذیه شده و در شرایط اضطراری توسط ۳ دیزل ژنراتور تامین شود. همچنین یک ترانسفورماتور ۶۳۰ کیلوولت‌آمپری با ولتاژ 6.0/0.42kV و متصل به باسبار 6.0kV اضطراری، باسبار 0.42kV اضطراری پست ۱ را پشتیبانی می‌کند.

۵» پست‌های زیرمجموعه

در ابتدای مسیر ورود برق به پست‌های ثانویه که در مجاورت واحدهای فرایندی قرار دارند، دو ترانسفورماتور(در هر کدام از پست‌ها-یکی به عنوان پشتیبان) با توان‌های ۸، ۱۰، ۱۲/۵ یا ۱۶ مگاولت‌آمپری(بسته به نیاز واحد)، ولتاژ ۳۳ کیلوولت گرفته شده از پست ۱ را به ۶ کیلوولت کاهش داده و به باسبار توزیع در این پست‌ها انتقال می‌دهند. در مرحله بعد، ترانسفورماتورهای تبدیل ۶ کیلوولت به ۴۰۰ ولت ۱/۲۵، ۲، ۲/۵ یا ۳/۱۵ مگاولت‌آمپری(بسته به نیاز واحد) وظیفه کاهش ولتاژ جهت مصارف درون واحدها را بر عهده دارند.

۶» پست ۷

تاسیسات مرتبط با آبگیر (Sea Water Intake) توسط پست ۷ برق‌رسانی می‌شوند. این پست خارج از محدوده سایت قرار گرفته و دارای سیستم PDCS جداگانه‌ای می‌باشد که به سیستم کنترل توزیع برق اصلی متصل است و از آن فرمان می‌گیرد.

۷» سیستم کنترل توزیع برق

برای مونیتورینگ و کنترل توزیع برق در واحدهای بزرگی نظیر پالایشگاه گاز، استفاده از سیستم‌های توزیع شده نظیر DCS برای بخش ابزاردقیق و PDCS

برای بخش برق اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. هدف اصلی سیستم کنترل توزیع برق، کمک به بهره‌برداری است. ازاینرو این سیستم با سیستم کنترل فرایند توسط فیلدباس (FCS) در تعامل می‌باشد. سیستم PDCS به گونه‌ای طراحی شده است تا بتواند قسمت‌های مختلف برق پالایشگاه را تحت نظارت و کنترل داشته باشد تا در صورت بروز اتفاقات و خطاها در سیستم برق، از تمهیدات اضطراری و مسیرها و تجهیزات جایگزین استفاده کند.

۸» پست ۱۳۲ کیلوولت

» اعمال فرمان ریزش بارجهت پایدار کردن شبکه (Load Shedding)
» مانیتورینگ پیوسته خطوط و باسبارهای خط ۱۳۲ کیلوولت
» مانیتورینگ ترانسفورماتورهای تبدیل ۱۳۲ به ۳۳ کیلوولت
» کنترل از راه دور برکرهای ۳۳ کیلوولت
» نمایش دیاگرام‌های تک‌خطی پست‌ها
» مانیتورینگ پیوسته تابلوهای ۳۳ کیلوولت
» سیستم تشخیص و اعلام خطا در تجهیزات از قبیل: تابلوها، شارژر، UPS و ...
» سنجش و ذخیره پارامترهای سیستم
» بهره‌برداری و نظارت بر منبع تامین برق پالایشگاه

۹» پست برق آبگیر

» کنترل از راه دور فیدرهای ترانسفورماتورهای ۶ کیلوولت
» نمایش دیگرام‌های تک‌خطی پست
» مانیتورینگ پیوسته تابلوهای Medium Voltage و Low Voltage
» سیستم تشخیص و اعلام خطا در تجهیزات از قبیل: تابلوها، شارژر، UPS و ...

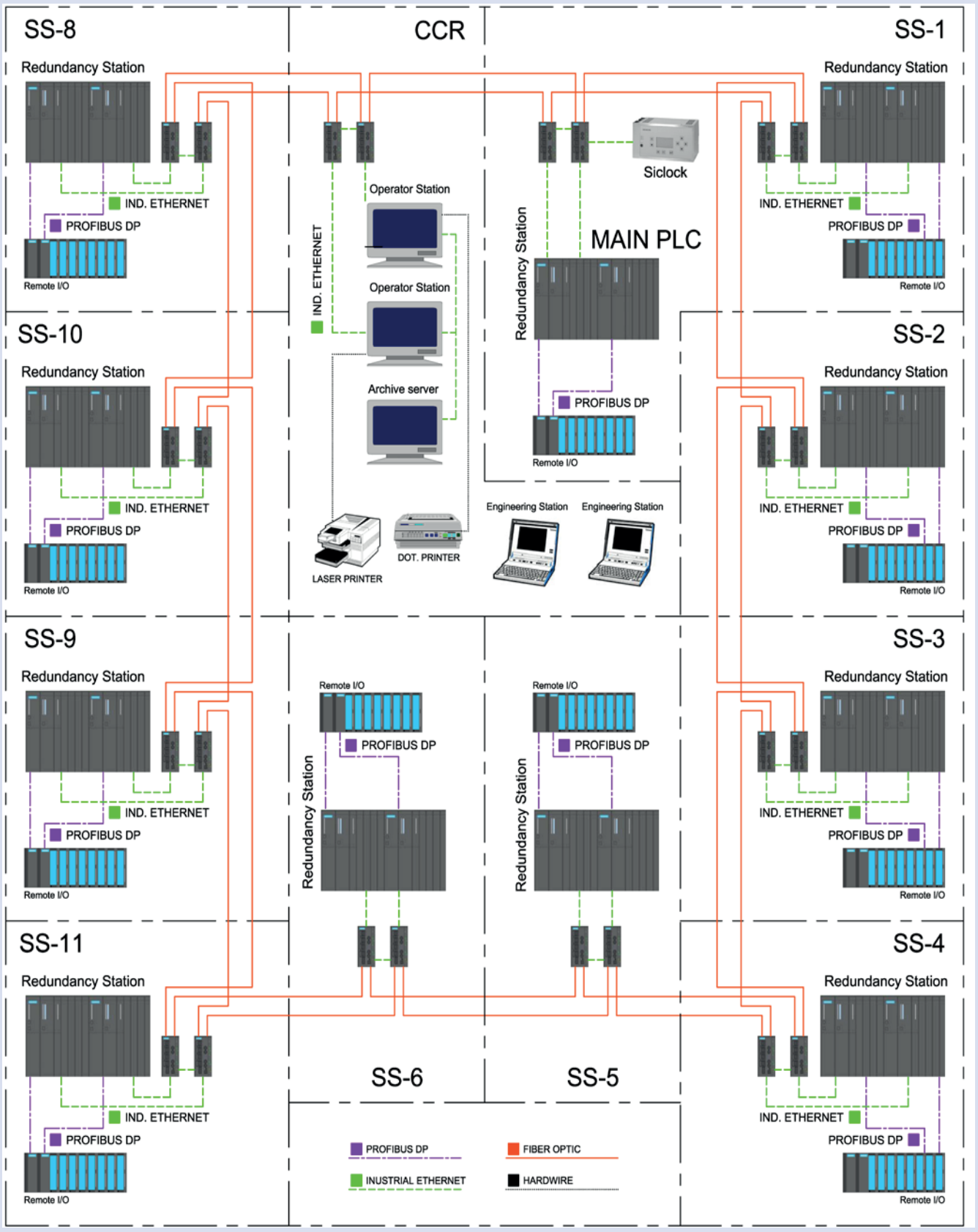
۱۰» سایر پست‌های برق پالایشگاه

» کنترل از راه دور فیدرهای ترانسفورماتورهای ۳۳ و ۶ کیلوولت
» نظارت و کنترل موتورهای MV و LV با ایجاد ارتباط با سیگنال‌های سیستم کنترل
» تجهیزات قطع خودکار بار جهت افزایش پیوستگی سرویس‌دهی به تجهیزات سیستم برق و پرهیز از خاموشی در صورت بروز خطا در سیستم
» بازراه‌اندازی خودکار
» نمایش دیاگرام تک‌خطی پست
» مانیتورینگ پیوسته ژنراتورهای اظطراری واقع در پست ۱
» مانیتورینگ پیوسته تابلوهای MV و LV
سیستم تشخیص و اعلام خطا در تجهیزات از قبیل: تابلوها، شارژر، UPS و ...
هر پست(به غیر از پست۷) به صورت جداگانه شامل یک سیستم PLC می‌باشد که وظیفه کنترل و مانیتورینگ درون پست و انتقال اطلاعات به سیستم PLC اصلی را بر عهده دارد.

۱۱» ارتینگ

سیستم ارتینگ (Earthing) یا زمین به جهت تامین ایمنی در سیستم برق و ابزاردقیق در برابر اتصال کوتاه‌ها و جریانات اضافی در سیستم اجرا می‌شود. به طور کلی دو نوع زمین کردن وجود دارد: نوع اول زمین کردن الکتریکی است که به معنای اتصال به زمین کردن دستگاه‌ها به جهت هدایت جریان‌های خطا به نقطه صفر(زمین) می‌باشد. به بیان دیگر، زمین کردن نقطه‌ای از دستگاه‌های الکتریکی و تجهیزات برقی که قسمتی از مدار الکترکی می‌باشند را زمین الکتریکی می گویند. این کار جهت کار صحیح دستگاه و جلوگیری از افزایش فشار الکتریکی بر روی فازهای سالم، در زمان تماس یکی از فازها با زمین می‌باشد. به عنوان مثال در

شکل ۶: تابلوهای برق پالایشگاه فازهای ۱۵ و ۱۶ پارس‌جنوبی



شکل ۷: چیدمان سیستم PDCS

شکل ۸: پست برق از نوع GIS

سیستم‌های توزیع فشار ضعیف و نیز در نیروگاه‌های تولید برق، نقطه خنثی اتصال ستاره ترانسفورماتورها و ژنراتورها به زمین متصل می‌شود. و یا در سیستم‌ها و تجهیزات اندازه‌گیری و رله‌های الکتریکی وجود یک مرجع پتانسیل صفر برای کار صحیح دستگاه‌ها لازم و ضروری است. از زمین الکتریکی اغلب در شرایط کار عادی دستگاه‌ها و شبکه برق جریان عبور می‌کند.

نوع دوم زمین کردن حفاظتی است که به طور مشخص به جهت حفاظت افرادی که در ارتباط با دستگاه‌ها قرار می‌گیرند در مقابل برق گرفتگی می‌باشد. در زمین کردن حفاظتی، تنها درصورت بروز خطا و اتصال فازها با زمین، جریان از سیستم ارتینگ عبور میکند.

شکل ۹: یک دستگاه قابل حمل تست ولتاژ پایین ساخت Megger، این دستگاه می‌تواند اندازه‌گیری‌ها و تست‌های متعددی نظیر اندازه‌گیری ولتاژ، جریان، فرکانس، و آزمایش زمین را انجام دهد.

۱۲» ارتینگ برق

این سیستم ارتینگ تحت عنوان Dirty Earthing در پالایشگاه، به جهت حفاظت شبکه برق و تامین ایمنی افراد در مقابل خطاهای سیستم برق و تخلیه‌های ناگهانی و اضافه بارها مورد استفاده قرار می‌گیرد. تجهیزاتی که باید در این سیستم مورد حفاظت قرار گیرند شامل: قسمت‌های فلزی بدون برق تجهیزات برقی مانند بدنه تجهیزات، امپدانس های خنثی، پایه‌های روشنایی و کلیه رسناها هستند.

تابلوهای برق، قسمت‌های رسانای حفاظتی کابل ها، ترانسفروماتورها، سوکت‌های اتصال، ژنراتورها، موتورها و جانکشن باکس ها از جمله قسمت‌های سیستم برق هستند که اتصال آنها توسط کابل های مسی به سیستم ارتینگ الزامی می‌باشد.

قسمت‌های رسانای تجهیزات ابزاردقیق نیز به این سیستم ارتینگ متصل می‌شوند.

همچنین سینی کابل ها، کابل های فشارقوی، زره کابل ها، ... نیز به این سیستم متصل می‌شوند.

۱۳» ارتینگ ابزاردقیق

این ارتینگ تحت عنوان Clean Earthing در پالایشگاه، به صورت حلقه‌ای کلی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در قسمت‌های مورد نیاز جهت تامین ایمنی افراد و تجهیزات به سمت تجهیزات مختلف توزیع می‌شود. در پالایشگاه و سایر تاسیسات صنعتی مشابه برای ارتینگ تجهیزات ابزاردقیق، از سه نوع سیستم ارتینگ استفاده می‌شود.

Primary Earth Ground

Electronic Ground

Intrinsically Safe Electronic Ground

۱۴» زمین اولیه

این نوع ارتینگ(زمین کردن) تحت عنوان زمین اولیه Primary Earth Ground یا زمین حفاظتی تجهیزات ابزاردقیق Instrument Protective Earth به جهت حفاظت تجهیزات ابزار دقیق، تجهیزات سیستم کنترل و زره حفاظتی کابل های ابزاردقیق Instrument Cable Armors ایفای نقش می کند.

۱۵» زمین الکترونیکی

این نوع زمین کردن جهت حفاظت Screen کابل های ابزاردقیق (به غیر از کابل های حامل سیگنال های خود-ایمن) به کار می‌رود.

۱۶» زمین الکترونیکی خود-ایمن

جهت حفاظت Screen کابل های ابزاردقیق حامل سیگنال های خود-ایمن کاربرد دارد.

ادامه دارد